

ACTA ADRIATICA

INSTITUT ZA OCEANOGRFIJU I RIBARSTVO — SPLIT
SFR JUGOSLAVIJA

Vol. X. No. 7.

RASPROSTRANJENOST BAKTERIJA I BAKTERIJSKE BIOMASE U JUŽNOM JADRANU

DISTRIBUTION DES BACTERIES ET DE LA BIOMASSE
BACTERIENNE DANS L'ADRIATIQUE MERIDIONALE

VLAHO CVIIĆ

SPLIT 1963

RASPROSTRANJENOST BAKTERIJA I BAKTERIJSKE BIOMASE U JUŽNOM JADRANU

DISTRIBUTION DES BACTERIES ET DE LA BIOMASSE BACTERIENNE
DANS L'ADRIATIQUE MERIDIONALE

Vlaho Cviić

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

U V O D

Dosadašnje ispitivanje bakterijskih naselja u Jadranskom moru obuhvatilo je samo srednji dio Jadrana (Cviić 1955. a, b, 1960). Da bismo upotpunili sliku rasprostranjenosti heterotrofnih bakterija kao i ukupne bakterijske biomase u Jadranskom moru kao cjelini, priključili smo se krstarenjima koja su 1957. i 1958. god. izvršili jugoslavenski oceanografi u okviru Međunarodne geofizičke godine. Učestvovali smo na junskom, septembarskom i decembarskom krstarenju 1957. god., te na martovskom krstarenju 1958. god. Krstarenja su izvršena brodovima »Miner« i »Spasilac«.

Smatram svojom ugodnom dužnošću da i na ovom mjestu izrazim zahvalnost mojim najbližim saradnicima, laborantima Petru Biliću, Ojdani Marović i Mladenu Alajbegu, koji su požrtvovno učestvovali u terenskom radu i laboratorijskoj obradi sabranog materijala.

Metodika: Uzorci za bakteriološku analizu morske vode uzimani su na 8 postaja južnog Jadrana (Sl. 1) i to sa standardnih dubina (0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 itd. metara). Uzorke morske vode uzimalo se pomoću bakteriološkog crpca JZ, a ponekada i iz hidrografskog crpca tipa Nansen. Prvu obradu materijala, tj. cijepljenje na hranjivi agar-substrat i konzerviranje 20 cm³ uzorka morske vode za direktno brojanje, vršili smo odmah u brodskom laboratoriju. Ostali dio posla izvršen je u laboratoriju Instituta u Splitu.

Obrada materijala vršena je na slijedeći način: 1) za određivanje broja heterotrofnih bakterija cijepili smo u petrijeve šalice 1 cm³ uzorka morske vode na 10 cm³ otopljenog hranjivog agar-substrata. Sastav hranjivog agar-substrata i daljnja obrada vršena je na uobičajeni način (Cviić 1955. a). 2) Određivanje ukupnog broja bakterija vršeno je na eritrozinom obojenim sitno-pornim membran filterima kroz koje se filtriralo 20 cm³ morske vode (Cviić 1960). 3) Bakterijska biomasa izračunavana je iz podataka o ukupnom broju bakterija na jedinici volumena, uzimajući da je volumen jedne bakterijske stanice 0,25 kubnih mikrona, a da jedna milijarda bakterijskih stanica teži 0,25 mgr. Do podataka o srednjem volumenu i težini bakterijske stanice došli smo pregledom 1952 kolonije sa agar-hranjivog substrata, pri čemu smo štapičaste oblike bakterija uzimali kao valjke, a koke kao kugle.

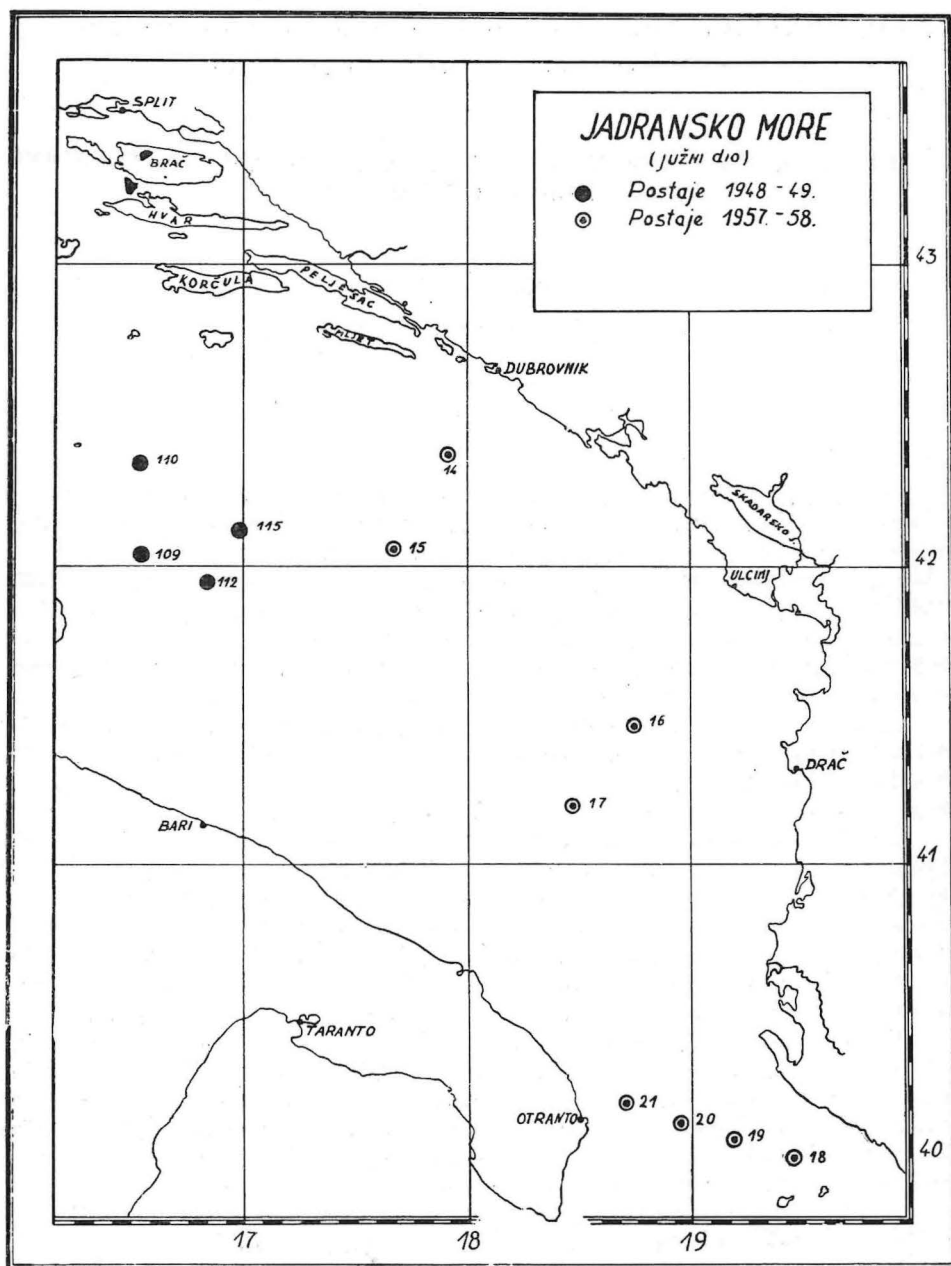


Fig. 1. Postaje južnog Jadrana obrađivane 1948/49. god. (zona »C«) i 1957/58. god. na kojima se određivao broj heterotrofnih bakterija i ukupne bakterijske biomase.

RASPROSTRANJENOST HETEROTROFNIH BAKTERIJA

Vertikalna rasprostranjenost i sezonsko kolebanje heterotrofnih bakterija, tj. onih bakterijskih vrsta morske vode koje se razvijaju i stvaraju kolonije na umjetnim hranjivim organskim substratima po laboratorijskim uslovima, prikazano je na Tab. 1. Heterotrofne bakterije nađene su na svim postajama i dubinama, a njihov se broj u prosjeku za sve postaje kreće od 1 do 6.000 na cm^3 .

Vertikalna rasprostranjenost bakterija izračunata prema srednjaku za sve postaje pokazuje da je u sva četiri godišnja doba bogatija bakterijska populacija bila u gornjim slojevima, tj. od 0—100 m dubine (prosječno 519 bakterija na 1 cm^3), a siromašnija u sloju od 100—1100 m dubine (prosječno 268 bakterija na 1 cm^3). Prema tome i u južnom Jadranu ponavlja se slika vertikalne rasprostranjenosti bakterija, koja je nađena i u vodama srednjeg Jadrana (Cviić 1955. a, b, 1957. i 1962). Istu sliku utvrdio je i Zoo-Bell (1934) u Pacifičkom oceanu, Kriss, Rukina i Birjuzova (1951) u kisikovojoj zoni Crnoga mora i Kriss (1958) u području Sjevernoga pola.

Treba napomenuti da se u svim spomenutim područjima mora doduše nailazi na maksimalni razvoj flore heterotrofnih bakterija u produktivnom eufotičkom sloju mora, ali da se ta područja ipak međusobno razlikuju po količini heterotrofnih bakterijskih stanica nađenih u cm^3 morske vode. Tako u vodama raznih mora možemo naći 20—1600 i više bakterija na cm^3 . Ekstremni slučaj koji se znatno razlikuje od ostalih je nalaz Krissa (1955) u području Kurilo-kamčatske padine Tihoga oceana. Ovdje je u 35—40 cm^3 morske vode na oko 30 postaja bilo najviše 58 kolonija i to na dubini od 2500 m, dok se u drugim slojevima broj heterotrofnih bakterija na cm^3 kretao od 0—44. Činjenicu da u mnogim slojevima nije utvrđena ni jedna bakterijska stanica autor objašnjava da, prema iskustvu, u tim slojevima uopće ima malo heterotrofnih bakterija te ih je teže utvrditi. Izgleda da je i područje južnog Jadrana jedno od bakterijama siromašnijih područja.

Sezonska rasprostranjenost heterotrofnih bakterija pokazuje, prema rezultatima iznesenima na Tab. 1, da se naročito bogata bakterijska populacija javila u junu 1957. god. kada srednji broj u stupcu od 0—1000 m iznosi 1498 bakterija na cm^3 . Naročito siromašna populacija bakterija zabilježena je u septembru 1957. god. i martu 1958. god. sa prosjekom od 38 odnosno 37 bakterija na 1 cm^3 . U decembru 1957. god. prosječni broj bakterija na cm^3 za stupac od 1 do 1000 m bio je 121. U poređenju sa rezultatima iz srednjeg Jadrana podudaraju se pojave maksimalnog razvoja populacije heterotrofnih bakterija u julu i decembru mjesecu (ljetni i zimski maksimum) i pojave minimuma u mjesecima martu i septembru (proljetni i jesenski minimum). Tab. 2. Razlika je jedino u tome što je u srednjem Jadranu za vrijeme maksimuma i za vrijeme minimuma bila jače razvijena bakterijska populacija nego u južnom Jadranu. Treba napomenuti da je već i u vrijeme ispitivanja bakterijske populacije u srednjem Jadranu 1955. god. (Cviić 1955. a i b) bila nađena siromašnija populacija heterotrofnih bakterija u južnom Jadranu te u graničnom području između srednjeg i južnog Jadrana. Ovu dodirnu zonu siromašnije populacije označili smo onda kao zonu C, dakle koja predstavlja za srednji Jadran zonu sa najslabijom produkcijom

bakterijske biomase, a iza koje je po bogatstvu odmah dolazila zona južnog Jadrana.

Tab. 1. Vertikalna sezonska rasprostranjenost heterotrofnih bakterija u području južnog Jadrana (broj bakterija na 1 cm³)

Dubina m	Broj po- staja	juni 1957.			septembar 1957.			decembar 1957.			mart 1958.		
		min.	sred.	max.	min.	sred.	max.	min.	sred.	max.	min.	sred.	max.
0	8	12	41	120	4	19	23	14	49	124	4	44	200
10	8	35	104	180	6	25	50	1	9	16	2	54	135
20	8	20	443	820	13	37	180	5	80	211	3	124	230
30	8	10	2.468	3.400	14	112	189	4	110	313	1	48	185
50	8	12	1.534	2.420	17	57	125	4	421	1.600	3	29	87
75	8	70	4.691	5.500	14	65	190	4	216	1.020	1	16	88
100	8	95	3.435	5.270	15	18	24	16	199	950	1	34	138
150	7	140	938	2.700	14	46	130	2	96	260	3	27	130
200	7	150	2.195	7.200	13	19	28	17	49	92	2	17	45
300	7	740	2.202	4.950	5	20	153	19	120	260	1	25	115
400	5	40	2.097	6.450	12	48	142	2	34	83	1	13	65
500	4	100	1.170	3.800	10	56	320	3	45	170	7	7	23
600	4	100	1.193	3.100	8	21	40	10	74	150	14	17	45
800	3	142	730	2.300	10	15	57	6	174	610	1	25	59
1000	3	40	230	740	7	24	71	48	57	175	20	47	87

Opća slika rasprostranjenosti heterotrofnih bakterija u južnom Jadranu ukazuje da i na ovom području do maksimalnog razvoja bakterijske populacije dolazi u zoni najintenzivnijih asimilacijsko-disimilacijskih procesa biljnih i životinjskih organizama. To je zona sa najvećim količinama raspoložive organske tvari koja je glavni faktor za razvoj bakterijske populacije. Izvjesne nepravilnosti, kvantitativni skokovi, u vertikalnoj rasprostranjenosti heterotrofnih bakterija između jednog sloja mora i drugoga, mogu se objasniti općom dinamikom kretanja svih faktora u moru, među koje spada i organska tvar. Ova se koncentrira odnosno dekoncentrira pod utjecajem horizontalnih i vertikalnih morskih struja, životne djelatnosti planktonskih organizama i djelatnosti drugih faktora u moru, što izaziva promjenljivu sliku vertikalne i horizontalne rasprostranjenosti heterotrofnih bakterija.

Tab. 2. Poređenje vertikalne i sezone rasprostranjenosti prosječnog broja heterotrofnih bakterija u srednjem i južnom Jadranu (broj bakterija na cm³).

Područje	Opći prosjek bakt./cm ³ za sve postaje za stupac 0—100 m površine dna			maksimum bakt./cm ³ ljetni zimski		minimum bakt./cm ³ proljetni jesenski	
			100 m dna				
Srednji Jadran 1948.-49.	1.040	1.600	480	2.750	2.520	267	345
Srednji Jadran 1951.	1.957	2.183	1.078	—	—	—	—
Srednji Jadran 1957.	1.886	3.360	414	—	—	—	—
Južni Jadran 1957.-58.	345	423	268	1.498	121	37	38

Tab. 3. Opći broj bakterija (u 1 cm³) i njihova biomasa (mrg/m³) na raznim dubinama u južnom Jadranu kroz četiri sezone.
 juni 1957. septembar 1957. decembar 1957. mart 1958.

Dubina m	broj po- staja	Srednji broj bakt. za sve postaje	Biomasa			Srednji broj bakt. za sve postaje	Biomasa			Srednji broj bakt. za sve postaje	Biomasa			Srednji broj bakt. za sve postaje	Biomasa		
			min.	sred.	max.		min.	sred.	max.		min.	sred.	max.		min.	sred.	max.
0	8	74.732	7,65	24,23	44,03	85.583	3,29	21,39	57,38	37.081	0,66	9,30	24,84	80.999	7,51	20,14	80,36
10	8	88.733	5,65	30,56	59,22	51.699	1,86	12,92	36,40	49.181	2,55	12,29	26,88	32.695	5,41	8,15	12,40
20	8	154.051	6,51	38,51	22,68	53.583	0,86	13,39	24,09	136.386	2,94	34,09	40,78	50.573	5,92	12,64	25,70
30	8	102.606	19,54	25,65	38,30	44.764	1,56	11,19	24,53	82.210	3,41	20,52	34,50	43.136	3,76	11,53	23,07
50	8	170.130	8,63	42,53	58,65	45.990	0,70	11,49	28,13	63.066	3,45	15,76	28,96	52.124	7,26	13,03	21,62
75	8	99.084	10,51	24,47	38,62	36.029	1,76	9,01	16,75	50.214	2,62	12,55	23,47	67.137	6,75	16,78	41,84
100	8	74.750	12,12	18,68	40,89	61.854	3,68	15,46	47,56	44.543	3,02	11,13	30,73	42.213	6,43	10,55	13,22
150	7	100.430	16,13	25,08	45,72	45.490	2,35	11,37	25,63	48.266	4,43	12,63	35,36	40.752	4,12	19,63	74,57
200	7	73.843	5,76	18,46	30,00	21.036	0,07	5,25	16,68	18.818	0,58	4,70	11,97	35.325	4,67	8,82	13,77
300	7	41.898	8,28	10,47	13,00	71.116	2,70	17,78	37,24	137.968	3,33	5,19	6,66	42.769	9,42	10,69	12,87
400	5	180.954	7,23	45,23	116,29	23.938	2,84	5,93	10,08	19.824	0,62	4,95	11,63	54.165	4,59	14,33	33,86
500	4	42.809	7,14	10,70	15,58	48.199	0,94	12,04	26,65	14.378	2,23	6,08	8,24	33.178	4,51	8,41	16,39
600	4	55.679	9,93	13,91	19,58	65.988	2,13	18,99	28,80	22.076	2,80	5,51	7,77	37.249	6,16	9,30	13,14
800	4	101.023	34,32	41,25	54,27	46.158	6,43	11,53	18,60	42.372	5,18	10,59	17,17	37.719	7,14	9,42	12,20
1000	4	97.910	52,03	24,47	32,03	43.437	2,59	10,84	26,88	29.463	1,17	7,35	10,63	28.809	5,10	7,19	9,14
1100	3					14.130	3,53	3,53	3,53	24.335	6,04	6,08	16,12	32.420	7,37	8,10	8,83

RASPROSTRANJENOST BAKTERIJSKE BIOMASE

Podaci o rasprostranjenosti ukupnog broja bakterija i izračunate bakterijske biomase u vodama južnog Jadrana izneseni su na Tabeli 3. i Fig. 1. i 2.

Vertikalna rasprostranjenost bakterijske biomase (Tab. 3. i Fig. 1) pokazuje veliko kolebanje količina bakterijske biomase na pojedinim postajama i dubinama. Unatoč ovim kolebanjima iz dobivenih podataka je vidljivo da je na većini postaja maksimalni razvoj bakterija bio u gornjim slojevima mora, a da su dublji slojevi općenito siromašniji. Ipak su na većini postaja osim maksimuma od 0—100 m jasno izraženi i maksimumi na 300—400 m. Vidljivu iznimku čini rasprostranjenost bakterijske biomase koju smo našli u junskom krstarenju. U ovom mjesecu bakterijska naselja su bila najbogatija, te je na nekim postajama količina bakterijske biomase bila iznad 17 mgr na cm^3 . Osim izrazitog dubinskog maksimuma od 600—1000 m na ovom putovanju javljaju se još dva maksimuma, jedan na dubini 300—400 m i drugi na dubini do 100 m.

U poređenju sa srednjim Jadranom ponovno se javlja slika dobivena sa heterotrofnim bakterijama, tj. da je južni Jadran siromašniji od srednjeg Jadrana. (Tab. 4.)

Tab. 4. Poređenje vertikalne rasprostranjenosti prosječnog broja bakterija (na cm^3) i bakterijske biomase (mgr/ m^3) u srednjem i južnom Jadranu.

Područje	Broj postaja	broj analiza	površina — dno		bakterija		biomase	
			bakterija	biomasa	0—100 m	100 m dno	0—100 m	100 m dno
Srednji Jadran								
1957.	13	98	112.818	28,20	124.539	85.468	31,13	21,36
Južni Jadran								
1957/58.	8	345	62.582	15,64	70.755	54.409	17,68	13,60

Tab. 4. nam također pokazuje da je dubina od 0—100 m bila bogatija bakterijskom biomasom i u srednjem i u južnom Jadranu, a da je dubina od 100 m do dna bila znatno siromašnija. Dok je u srednjem Jadranu na dubini od 0—100 m bilo 31,13 mgr bakterijske biomase na m^3 , u južnom Jadranu 17,68 mgr/ m^3 , dotle je u srednjem Jadranu na dubini od 100 m do dna opći prosjek bakterijske biomase bio 21,36 mgr/ m^3 a u južnom Jadranu 13,60 mgr/ m^3 .

Sezonska rasprostranjenost bakterija i bakterijske biomase u doba ispitivanja prikazana je na Fig. 2. i Tab. 3. Na Fig. 2. prikazani su prosjeci mgr biomase na m^3 u slojevima 0—10, 0—30, 0—75, 0—100 do 0—1100 m. Već na prvi pogled iz Fig. 2. je vidljivo da je u svim sezonama (juni, septembar, decembar i mart mjesec) u gornjim slojevima mora dolazila najbogatija bakterijska biomasa, a prema dubini biomasa je bila siromašnija. U vrijeme proljetnog i jesenskog minimuma količina bakterijske biomase kretala se od 11,75 mgr na m^3 do 14,15 mgr na m^3 . Prosjek za ljetni i zimski maksimum bio je 12,06 do 27,39 mgr na m^3 . Najbogatija bakterijska biomasa nađena je u vrijeme ljetnog maksimuma (juni mjesec 1957), a najsiromašnija u vrijeme zimskog minimuma (decembar mjesec 1957). Treba napomenuti da se u vrijeme ljetnoga maksimuma temperatura mora u području južnog Jadrana kretala

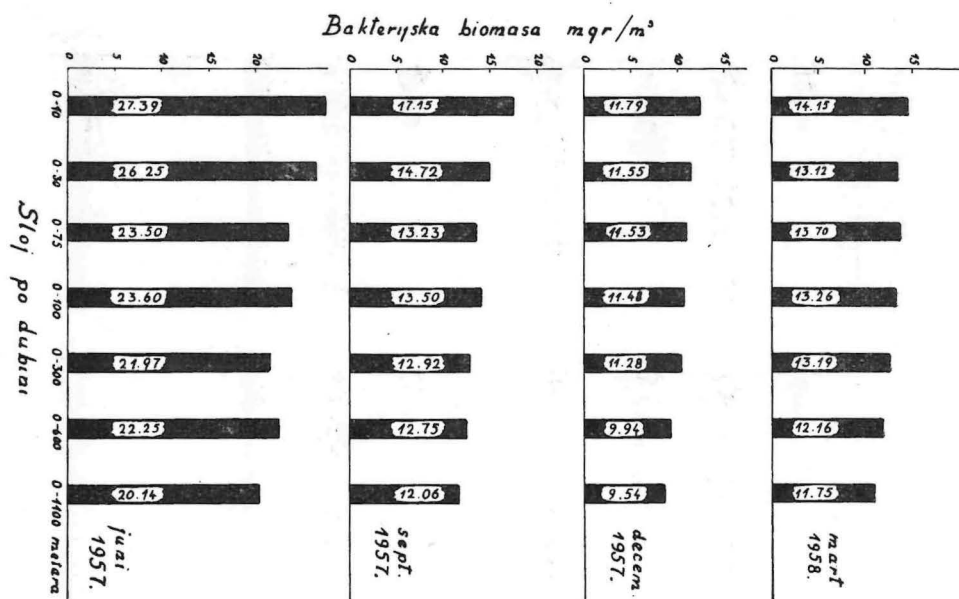


Fig. 2. Sezonsko kolebanje srednje vrijednosti bakterijske biomase u području južnog Jadrana (podaci sa postaja br. 14, 15, 16, 17, 18, 19 i 20).

od 13,08°C do 23,19°C, za vrijeme jesenskog maksimuma od 12,74 do 22,94°C, za vrijeme zimskog minimuma od 13,12°C do 17,74°C (Hidrografski godišnjak 1956./1957. i 1958). Nadalje treba reći da je temperatura u stupcu od 0—1100 m bila u opadanju bez većih skokova, naročito u dubljim slojevima na svim postajama i putovanjima. Zanimljivo je napomenuti da je u mjesecima u kojima je bila jasno izražena termoklina maksimalni razvoj bakterijske biomase bio u sloju 0—100 m, dakle u sloju temperaturnog opadanja (juni, septembar 1957, a donekle i mart 1958).

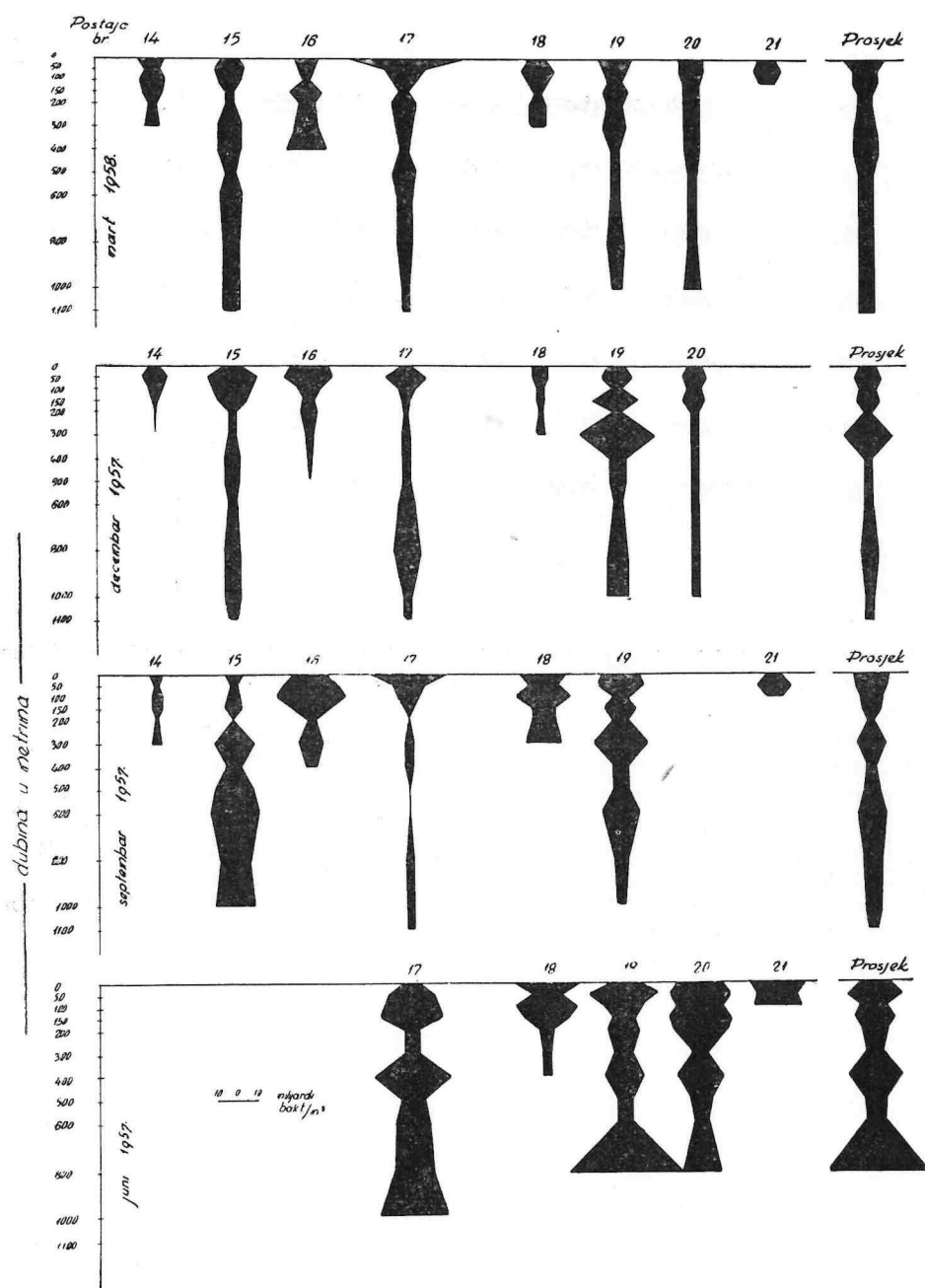


Fig. 3. Vertikalna i sezonska rasprostranjenost bakterijske biomase za pojedine postaje i dubine južnog Jadrana.

KRATAK SADRŽAJ

U radu je prikazana rasprostranjenost heterotrofnih bakterija. Broj heterotrofnih bakterija na cm^3 kreće se od 1 do 7200 bakterijskih stanica, a maksimalni razvoj bakterijske populacije heterotrofnih bakterija dolazi obično u sloju od 0—100 m. Jasno su izraženi ljetni i zimski maksimum i proljetni i jesenski minimum. Bakterijska populacija heterotrofnih bakterija južnog Jadrana pokazala se znatno siromašnijom od bakterijske populacije srednjeg Jadrana.

Rasprostranjenost bakterijske biomase u vodama južnog Jadrana imala je kao karakteristiku nekoliko minimuma (0—100, 300—400 i pri dnu) od kojih je onaj u junskom krstarenju najizrazitiji. Prosječna biomasa na m^3 kretala se od 13,60 do 17,68, a najbogatija biomasa uopće u navedena 4 putovanja nađena je u junu mjesecu 1957. godine. Nađeno je jasno izraženo sezonsko kolebanje bakterijske biomase, pri čemu su maksimumi bili ljeti i zimi, a minimumi u proljeće i jesen.

Zanimljivo je napomenuti da je u zonama termoklina dolazio maksimalni razvoj bakterijske biomase.

L I T E R A T U R A

- Cviić V. — 1955. a: Distribution of bacteria in the waters of the mid adriatic sea. Izvješća - Reports Vol. IV. No. 1.
- Cviić V. — 1955. b: Rasprostranjenost bakterija u srednjem Jadranu. Glasnik Biološke Sekcije Hrv. Prirodoslovnog Društva — Zagreb, Serija II/B, T. 7, 1955.
- Cviić V. — 1960: Methodes de determination, directe et indirecte du nombre des bacteries dans l'eau de mer et certaines données sur leur distribution verticale dans la partie meridionale de l'Adriatique. Rapports et Procès-Verbaux des Reunions, Volume XV (Nouvelle serie) paru en octobre 1960.
- Cviić V. — 1962: Prilog poznavanju bakterijske biomase u srednjem Jadranu. Simpozium jugoslavenskih oceanografa, Split, 16.—17. X 1962.
- Oceanografska ispitivanja u Jadranskom moru u okviru Međunarodne geofizičke godine. (Oceanographic researches in the Adriatic sea on the program of the international geophysical year.)
Dr Buljan M., Zore M., Vajcl J. i Vučak Z., Cviić V.: I, II, III i IV krstarenje.
- Kriss, Rukina, Birjuzova — 1951: Mikrozonálnost v raspokelenji i geterotrofni mikroorganizmov v more. — Mikrobiologija (Moskva) Tom. 20, No. 256, 1951.
- Kriss A. E. — 1955: Novije mikrobiološkijske insledovanija centrolnoj arktike. — Vestnik Akademiji Nauk SSSR, No. 9, 1955.
- Kriss A. E. — 1956: Mikrobiologija Kaspijskoga morja. — Uspehi sovremenoj biologii, Tom. XLII, No. 2 (5), 1956.
- Kriss A. E. — 1959: Morskaja mikrobiologija (Glubokovodnaja), Akademia nauk SSSR, 1959.
- Zobell C. E. and Feldham C. B. 1934: Preliminary studies on the distribution and characteristics of marine bacteria (Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Tech. Ser., 3: 279—296: 33 ref.).
- Zobell C. E. — 1946: Marine microbiology a monograph od hydrobacteriology. — Waltham, Mass., USA, 1946.

DISTRIBUTION DES BACTERIES ET DE LA BIOMASSE BACTERIENNE DANS L'ADRIATIQUE MERIDIONALE

Vlaho Cviić

L' Institut pour l'océanographie et la pêche, Split

Résumé

Dans ce travail on présente la distribution des bactéries hétérotrophes. Le nombre de bactéries hétérotrophes à un cm^3 va de 1 à 7.200 de cellules bactériennes et le développement de la population bactérienne atteint habituellement son maximum dans la couche de 0 à 100 m. Le maximum estival et hivernal, ainsi que le minimum printanier et automnal sont clairement exprimés.

La population bactérienne des bactéries hétérotrophes dans l'Adriatique méridionale est considérablement plus pauvre que celle de l'Adriatique moyenne.

La distribution de la biomasse bactérienne dans les eaux de l'Adriatique méridionale présentait comme sa caractéristique quelques minima (0—100, 300—400 et sur le fond) dont celui constaté pendant la croisière de juin était le plus fortement exprimé. La biomasse moyenne allait de 13,60 à 17,68 et la biomasse la plus riche trouvée au cours de ces quatre croisières fut celle constatée en juin 1957. On a constaté une oscillation saisonnière de la biomasse bactérienne clairement exprimée, présentant des valeurs maxima en été et en hiver et des valeurs minima au printemps et en automne. Il est intéressant de remarquer que la biomasse bactérienne atteignait le maximum de son développement dans les zones des thermoclines.

Tisak: Novinsko-izdavačko poduzeće »Slobodna Dalmacija«, Split